



OFFICE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE.

BREVET D'INVENTION.

V. — Machines.

8. — MOTEURS DIVERS.

N° 547.495

Moteur à combustion interne à cylindres en deux lignes opposées.

MM. JEAN-JOSEPH-MARIE BERTRAND ET LOUIS-JOSEPH-HENRY SOLANET résidant en France (Seine).

Demandé le 13 mai 1921, à 15^h 30^m, à Paris.

Délivré le 23 septembre 1922. — Publié le 13 décembre 1922.

[Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'art. 11 § 7 de la loi du 5 juillet 1854 modifiée par la loi du 7 avril 1902.]

La présente invention a pour objet des moteurs à explosion ou à combustion à 4 temps comportant un nombre de cylindres pair, 2ⁿ, au moins égal à 6, ces moteurs étant caractérisés par le fait que les cylindres placés en deux lignes opposées ont tous leurs axes parallèles à une direction unique et que ces cylindres sont combinés avec un vilebrequin agencé de telle manière que les explosions se suivent à des intervalles de rotation égaux à $\frac{360}{n}$, et que les forces d'inertie des masses motrices soient parfaitement équilibrées. Avec cette disposition, si les cylindres ne sont pas désaxés, leurs axes sont tous situés dans un même plan qui contient l'axe de rotation du vilebrequin et si les cylindres sont désaxés, leurs axes sont dans deux plans parallèles et symétriques par rapport à l'axe de rotation de ce vilebrequin.

L'invention a, en outre, pour objet les procédés et modes particuliers de réalisation des moteurs de ce type ainsi que les applications particulières qui peuvent en être faites et les combinaisons de ces moteurs avec d'autres appareils appartenant à ces divers appareils et notamment les applications faites des moteurs à combustion interne à 4 temps.

Parmi ces modes de réalisation, applications particulières et combinaisons de ces moteurs avec d'autres appareils, il y a lieu de citer dès maintenant la disposition horizontale des axes de tous les cylindres, disposition qui donne des avantages spéciaux, en permettant notamment :

a) Des combinaisons de moteurs ayant ainsi tous leurs cylindres horizontaux avec des carrosseries de voitures automobiles, combinaisons dans lesquelles il est possible de disposer le moteur sous la carrosserie de chaque voiture, et par suite, soit à l'arrière, soit au milieu, soit à l'avant de la longueur du véhicule considéré destiné à circuler soit sur route, soit sur voie ferrée.

b) La combinaison de ces moteurs avec des ailes d'aéroplanes à l'intérieur desquelles on dispose ces moteurs. L'épaisseur de ces ailes étant ainsi beaucoup plus faible que celle des ailes d'aéroplanes renfermant des moteurs à cylindres verticaux ou en V, etc.

Et la présente invention vise, entre autres, les produits nouveaux d'un tel moteur qui sont les combinaisons dans lesquelles ces moteurs et notamment les cylindres sont appliqués aux aéroplanes d'hydravions, aux automobiles, etc.

Les formes, applications et combinaisons

Prix du fascicule : 1 franc.

particulières mentionnées dans la présente description ne sont, bien entendu, données qu'à titre indicatif et ne sont en aucune sorte, limitatives de la portée de la présente invention.

Au procédé général d'établissement de moteurs ci-dessus défini, de nombreux avantages sont attachés; parmi ceux-ci, il y a lieu de citer :

1^{re} La perfection rigoureuse de l'équilibre obtenu et cela quel que soit le nombre des cylindres: six, huit, dix;

2^{de} L'obtention de cet équilibre en faisant très peu appel à la rigidité du bâti;

3^{de} Comme conséquence de ces premiers avantages, la possibilité de pouvoir faire tourner le moteur plus vite que les moteurs connus, ce qui permet la construction de moteurs plus légers que les moteurs actuels;

4^{de} La facilité d'établir, dans certains cas ci-dessous définis, le vilebrequin à l'aide d'éléments à deux, trois ou quatre coudes disposés dans un même plan, ces éléments étant, de préférence, identiques, placés bout à bout et convenablement décalés angulairement, ce qui permet de fabriquer le vilebrequin en plusieurs pièces, à partir de ces éléments plans assemblés entre eux;

5^{de} Comme conséquence de cette simplification du vilebrequin, une facilité toute spéciale de mise en place des paliers ou à roulements;

6^{de} La facilité de réaliser, avec le vilebrequin, notamment dans le cas des moteurs établis suivant le premier procédé ci-dessous défini, diverses combinaisons de paliers et, en particulier, d'abaisser le nombre de ces paliers au-dessous de celui exigé dans les autres moteurs connus, tout en assurant une fixation du bâti et tant aussi rigide;

7^{de} Dans le cas de moteurs à explosion utilisant des carburants liquides, la simplicité de l'alimentation des cylindres au moyen de soupapes sur les ou multiples.

On sait que la combinaison proprement dite des cylindres avec le vilebrequin, l'invention qui a été l'élément principal des procédés de réalisation ci-dessus, l'exemple, et sans que cela puisse en aucun cas limiter sa portée, plusieurs procédés d'établissement de moteurs ont été déjà mentionnés dans les brevets ci-dessus.

S'il s'agit de généraliser ces procédés, on

prend pour le nombre total $2n$ des cylindres un nombre entier pair quelconque égal ou supérieur à six et on combine les cylindres par groupes de deux, de telle sorte que, d'une part, dans chacun de ces groupes de deux cylindres opposés conjugués, le vilebrequin est attaqué par les bielles de ces deux cylindres en deux points diamétralement opposés, c'est-à-dire décalés de 180° et que, d'autre part, ces n groupes de deux cylindres conjugués attaquent le vilebrequin dans des plans décalés les uns par rapport aux autres de $360^\circ : n$; on peut réaliser, ainsi un certain nombre de moteurs ne différant les uns des autres que par la forme du vilebrequin, le nombre des formes de ce vilebrequin étant égal au nombre des dispositions distinctes possibles de ces divers plans entre eux; dans tous ces moteurs, les explosions sont équidistantes du fait du calage adopté, et pour la même raison, les couples dus aux forces d'inertie prenant naissance dans chaque groupe de cylindres élémentaires s'équilibrent entre eux, puisque le nombre des cylindres de chaque ligne est au moins égal à trois.

Avec cette disposition, dans chaque groupe de deux cylindres conjugués, les axes des deux cylindres conjugués (I-I', II-II', etc.) sont déportés l'un par rapport à l'autre d'une distance ϵ , ce déportement ϵ pouvant être faible, comme dans les moteurs représentés schématiquement fig. 1 et 2, 3 et 4, et même rendu pratiquement invisible en contrecourant les bras du vilebrequin, ou, au contraire, porté à une valeur maxima (fig. 5 et 6) telle que les cylindres d'une ligne ne soient plus en regard d'aucun cylindre de la ligne opposée.

Avec le déportement minimum (fig. 1 et 2, 3 et 4), les couples d'inertie, qui s'équilibrent mutuellement, comme il a été dit, sont de minime importance, de sorte que les efforts auxquels le bâti du moteur et le vilebrequin sont soumis de ce fait sont très faibles et que les vibrations sont pratiquement insignifiantes. Cette disposition s'applique notamment à l'emploi du nombre des cylindres de chaque ligne et impair continue (c'est-à-dire à plus ou moins grande puissance par ces nombres) ainsi qu'à des cylindres dont l'axe est déporté par rapport au vilebrequin, mais de façon indépendante de la disposition ci-dessus mentionnée, car on se peut en passer dans un multiple.

Au point de vue des paliers, cette disposition permet également de soutenir le vilebrequin entre les vilebrequins élémentaires et aux extrémités soit à l'aide de $n+1$ paliers en tout, ou bien, dans certains cas, à l'aide de deux paliers seulement, un à chaque extrémité.

Avec le déportement maximum (fig. 6) ou a tous les avantages précédents, sauf sur un point, les couples d'inertie développés dans le bâti du moteur et dans le vilebrequin étant plus élevés que précédemment puisqu'ils sont proportionnels au déportement; malgré cet inconvénient, ce procédé de disposition des cylindres est intéressant car il sert de point de départ à la réalisation d'une disposition particulière lorsque le nombre des cylindres dans chaque ligne est pair, ainsi que cela sera exposé ultérieurement; d'une manière plus générale, cette disposition de cylindres conjugués à 360° grand déportement peut être réalisée lorsque le nombre n des cylindres de chaque ligne est choisi tel que ceux-ci puissent être sériés en q groupes de p cylindres chacun, de manière telle que p manetons successifs appartiennent à une ligne de cylindres, les p suivant à la ligne opposée et ainsi de suite alternativement, ou bien encore que ces cylindres soient disposés suivant l'une quelconque des autres combinaisons réalisables de ces q groupes le long de l'axe du moteur.

Lorsque, adaptant le procédé ci-dessus défini, on prend, en outre, pour nombre n des cylindres un multiple de quatre, on réalise, dans la forme et la construction du vilebrequin, une simplification notable, car les vilebrequins élémentaires à deux coudes tombent deux à deux dans un même plan; prenant, en plus, le déportement minimum pour les cylindres opposés, et prenant encore, parmi les dispositions possibles de vilebrequin, celles pour lesquelles les vilebrequins élémentaires situés dans un même plan sont l'un en face de l'autre, on constitue ainsi $\frac{n}{4}$ groupes de quatre cylindres dans chacun desquels le vilebrequin est plan et qui fonctionnent comme des moteurs à quatre cylindres opposés à deux coudes du type dit équilibré.

Une autre disposition, tout d'abord, n'est qu'un simple cas particulier, on peut constituer le

vilebrequin du moteur à l'aide d'une série de $\frac{n}{2}$ vilebrequins plans de ce genre, vilebrequins qui, de préférence, seront établis tous identiques les uns aux autres, mais décalés les uns par rapport aux autres de $360^\circ : n$ si $\frac{n}{2}$ est pair et de $\frac{360^\circ}{n}$ ou $\frac{720^\circ}{n}$ si $\frac{n}{2}$ est impair, le décalage pouvant être opéré suivant l'une quelconque des dispositions auxquelles ces vilebrequins sont susceptibles de donner naissance entre eux.

En outre, chacun de ces $\frac{n}{2}$ vilebrequins plans est lui-même susceptible de recevoir diverses formes; non seulement, il est possible de permettre les deux éléments de vilebrequin qui le composent, mais, comme les deux coudes adjacents de ces vilebrequins plans sont dans le prolongement l'un de l'autre, il est également possible de supprimer le palier intermédiaire et de réunir en un seul ces deux coudes adjacents, ce qui donne des vilebrequins plans à trois coudes.

En particulier, ces dispositions constructives sont applicables dans le cas où le nombre total des cylindres du moteur est divisible par huit ou égal à huit et elles donnent la forme la plus simple d'un moteur d'un tel nombre de cylindres.

À titre d'exemples, les figures 7 et 8 représentent un huit cylindres à cinq paliers et à huit manetons (deux vilebrequins plans à quatre coudes), les figures 9 et 10 un autre huit cylindres avec sept paliers et six manetons (deux vilebrequins plans à trois coudes dont le vilebrequin correspond à une autre combinaison de calage et les figures 11 et 12 un douze cylindres à sept paliers et douze manetons (trois vilebrequins plans à quatre coudes).

La seule précaution à prendre pour assurer l'équilibrage est de conserver le même déportement en plan des cylindres deux à deux conjugués qui constituent les moitiés des groupes de cylindres.

Si l'on adopte un déportement intermédiaire, on peut prendre, en outre, tout intérêt à un résultat analogue. Le moteur dérivé du 4 cylindres opposés à un déportement minimum. Les manetons se séparent par deux appartenant alternativement à une ligne ou à l'autre.

l'autre et ils sont successivement par quatre ou par trois dans le même plan. Toutefois, la disposition est moins avantageuse comme encombrement et insensibilité à la vibration.

5 Conservant toujours le même procédé et prenant un nombre *2n* de cylindre multiple de quatre, mais non multiple de huit, comme dans le cas du douze cylindres des figures 11 et 12, on peut encore simplifier le vilebrequin : alors, le procédé de disposition des cylindres consiste :

1° A prendre dans chacun des groupes précédents de quatre cylindres une paire de cylindres opposés conjugués (par exemple, dans le cas du moteur des figures 11 et 12, les paires II-II', IV-IV', VI-VI') et à faire tourner de 180°, autour de l'axe de rotation du vilebrequin, à la fois chacune de ces paires de cylindres et la partie du vilebrequin qui lui correspond et ceci, que l'on parvient initialement du déportement minimum ou d'un autre;

2° Une fois cette rotation opérée dans chaque groupe de quatre cylindres (le groupe I-I', II-II', par exemple), le vilebrequin est composé de deux paires de coudes non décalés angulairement l'une par rapport à l'autre, de sorte que, en superposant par translation le long de l'axe du vilebrequin l'une de ces paires de coudes (par exemple la paire 2, 2' qui a été retournée) sur l'autre (1, 1', non retournée) et en entraînant dans ce mouvement les cylindres correspondants (II-II') à cette paire de coudes, on obtient un groupe de quatre cylindres deux à deux opposés du type à vilebrequin à deux coudes, type non équilibré individuellement, mais donnant par sa combinaison avec les autres groupes semblables ainsi réalisés un moteur équilibré puisque le nombre de ces groupes de quatre cylindres est impair et au moins égal à trois, et le vilebrequin de ce moteur est identique à celui d'un moteur ayant un nombre moitié moindre de cylindres, mais avec deux bielles par maneton, une de chaque file. Ces bielles sont montées soit à enfourchement, soit côte à côte, soit par bielle maîtresse et biellette ou par tout autre dispositif. Les vilebrequins plans à deux coudes sont décalés les uns par rapport aux autres de $\frac{\pi}{2n}$.

Les figures 13 et 14 représentent, à titre d'exemple, un moteur à douze cylindres à

4 paliers établi suivant ce dispositif, avec le même vilebrequin que celui du six cylindres des fig. 1 et 2; les cylindres conjugués des deux files I-I', II-II', etc., restent déportés l'un par rapport à l'autre et, en même temps, dans chaque groupe de quatre cylindres, en regard de chaque cylindre I d'une paire de cylindres conjugués est disposé un cylindre II de l'autre paire de ce groupe, les cylindres étant ainsi placés en regard les uns des autres le long de l'axe du moteur.

L'alimentation se fait par groupe de quatre cylindres opposés, de sorte qu'un moteur à douze cylindres peut être alimenté par trois carburateurs seulement.

Les figures 15 et 16 représentent, à titre d'exemple, un autre moteur à douze cylindres établi d'après le même procédé; ce moteur a sept paliers, dérive du groupement original à deux cylindres conjugués fortement déportés des figures 5 et 6 et emploie le même vilebrequin que le moteur à six cylindres fortement déportés schématisé dans ces mêmes figures 5 et 6.

L'alimentation se fait alors par groupe de trois cylindres, soit deux carburateurs par ligne, quatre en tout.

Les combinaisons de palier seront les mêmes que celles des moteurs du premier paragraphe.

Suivant le second procédé, on choisit pour le nombre *2n* des cylindres un multiple de quatre, mais non un multiple de 85 huit, on attache chaque maneton du vilebrequin par deux cylindres opposés et on dispose dans le même plan radial les manetons des cylindres qui sont symétriques par rapport au plan perpendiculaire au vilebrequin et passant par le milieu du moteur. De cette façon, les forces d'inertie sont ramenées dans ce plan milieu. Ces moteurs peuvent être considérés comme formés de groupes de 4 cylindres opposés du type à un seul coude, composés par le milieu et enchevêtrés les uns dans les autres, symétriquement par rapport au dit plan milieu.

Les moteurs sont eux-mêmes équilibrés par enchevêtrement de manetons dans des manetons tous de même diamètre et équilibrés individuellement puisque l'on a des paires de quatre cylindres à un seul coude. L'alimentation

se fera par ligne au moyen d'un ou de plusieurs carburateurs.

Les figures 17 et 18 représentent un moteur de ce type à 2 cylindres et à sept paliers.

- 5 En résumé, la présente invention est relative à l'établissement de moteurs à combustion interne à quatre temps à cylindres en nombre pair disposés en deux lignes opposées et qui dérivent des moteurs à deux cylindres
10 opposés ou encore des moteurs à quatre cy-

lindres opposés à quatre, trois, deux ou même un seul coude, suivant les procédés de groupement ci-dessus définis, ces moteurs présentant des avantages particuliers : équilibrage absolu, marche à grande vitesse, régularité 15 cyclique, logeabilité, facilité d'alimentation.

Le tableau ci-dessous résume l'exposé des caractéristiques de ces moteurs suivant les dispositions d'établissement les plus avan-
20 geuses :

NOMBRE DE CYLINDRES de chaque file n .	TYPE ÉLÉMENTAIRE DU GROUPEMENT.	NOMBRE DE MANETONS.	OBSERVATIONS.
n quelconques.....	n cylindres opposés à n coudes à 180° .	n	Spécialement applicable pour n impair.
$\left. \begin{array}{l} \text{ } \\ \text{ } \\ \text{ } \end{array} \right\} \begin{array}{l} n \text{ pair} \dots \\ n \text{ pair} \dots \\ n \text{ pair} \dots \end{array}$ $\left. \begin{array}{l} \text{ } \\ \text{ } \\ \text{ } \end{array} \right\} \begin{array}{l} n \text{ impair} \dots \\ n \text{ impair} \dots \\ n \text{ impair} \dots \end{array}$	4 cylindres opposés à 4 coudes.....	n	Applicable à $\frac{n}{2}$ impair, mais moteur moins simple que ci-dessous.
	4 cylindres opposés à 3 coudes.....	$\frac{3n}{2}$	
	4 cylindres opposés à 2 coudes à 180° .	n	Applicable à $\frac{n}{2}$ pair mais le moteur n'est plus équilibré.
	4 cylindres opposés à 1 coude.....	n	

En particulier, la présente invention permet d'établir les moteurs ci-dessous à nombre usuel de cylindres :

NOMBRE DE CYLINDRES.	TYPE DU GROUPEMENT.	NOMBRE DE MANETONS.	FIGURES.
6	n cylindres à n coudes.....	6	1, 2 & 5, 6.
8	4 cylindres à 4 coudes.....	8	7, 8, 9. 9, 10.
	4 cylindres à 3 —.....	6	
10	n cylindres à n coudes.....	10	3, 4.
12	4 cylindres à 4 coudes.....	12	11, 12. 13, 14 & 15, 16 17, 18.
	4 cylindres à 3 —.....	6	
	4 cylindres à 1 —.....	6	
14	n cylindres à n coudes.....	14	
16	4 cylindres à 4 coudes.....	16	
	4 cylindres à 3 —.....	12	
18	n cylindres à n coudes.....	18	
20	4 cylindres à n coudes.....	10	

- 45 Dans tous ces moteurs plusieurs ordres d'écarts conviennent pour chaque vilebrequin. On adoptera ceux qui donnent la
moindre fatigue pour le dernier et un agencement simple des carburateurs.

1° Moteur à explosion à quatre temps comportant un nombre de cylindres pair $2n$ au moins égal à six, ce moteur étant caractérisé par le fait que les cylindres sont placés en deux lignes opposées avec tous leurs axes parallèles à une direction unique et que ces cylindres sont combinés avec un vilebrequin agencé de manière telle que les explosions se suivent à des intervalles de rotation égaux à $360^\circ : n$ et que les forces d'inertie des masses motrices soient parfaitement équilibrées.

2° Forme d'exécution de moteur conforme à celui défini dans le paragraphe précédent et suivant laquelle les cylindres opposés sont disposés en n groupes juxtaposés formés chacun de deux cylindres opposés conjugués et dans chacun desquels les bielles de ces deux cylindres attaquent le vilebrequin en deux points diamétralement opposés, les plans radiaux dans lesquels ces n groupes attaquent le vilebrequin étant décalés les uns par rapport aux autres de $360^\circ : n$.

3° Variantes d'exécution de moteur conforme à celui défini sous 2° et suivant lesquelles :

a) Le nombre total $2n$ des cylindres est pris égal à un multiple de quatre, les n groupes de deux cylindres conjugués étant combinés

3a en $\frac{n}{4}$ groupes de quatre cylindres et chacun de ces groupes de quatre cylindres étant lui-même combiné avec des coudes du vilebrequin situés dans un même plan, les plans de ces divers coudes étant situés dans des plans diamétraux décalés les uns par rapport aux autres de $360^\circ : n$, si $\frac{n}{4}$ est pair et de $\frac{360^\circ}{n}$ si $\frac{n}{4}$ est impair.

b) Le nombre total $2n$ des cylindres est pris égal à un multiple de quatre, mais non à un multiple de huit, les n groupes de deux cylindres conjugués sont combinés en $\frac{n}{2}$ groupes de quatre cylindres, chacun de ces groupes

étant combiné avec seulement deux coudes du vilebrequin situés dans un même plan, chaque coude étant relié aux bielles de deux cylindres en regard l'un de l'autre et les plans diamétraux de ces diverses paires de coude étant,

pour l'ensemble des $\frac{n}{2}$ groupes de quatre cylindres, décalés les uns par rapport aux autres de $720^\circ : n$.

4° Forme d'exécution de moteur conforme à celui défini dans le premier paragraphe et dans laquelle le nombre $2n$ des cylindres est un multiple de quatre, mais non un multiple de huit, chaque maneton du vilebrequin étant attaqué par deux bielles de deux cylindres opposés conjugués et les manetons des cylindres symétriques par rapport au plan perpendiculaire au vilebrequin et passant au milieu du moteur étant disposés dans un même plan radial, les divers plans radiaux des manetons étant décalés les uns par rapport aux autres de $720^\circ : n$.

5° Vilebrequin de moteur exécuté conforme à l'un de ceux définis sous 2° et 3°, ce vilebrequin étant caractérisé par le fait qu'il est composé d'éléments plans tous identiques et assemblés les uns aux autres sous des angles égaux, chacun de ces vilebrequins étant relié aux bielles des pistons d'un groupe de quatre cylindres du moteur.

6° Véhicule automobile caractérisé par la combinaison d'un châssis avec un moteur conforme à celui défini dans le paragraphe 1° ou dans l'un des suivants, ce moteur ayant tous ses cylindres horizontaux et disposés sous la carrosserie de la voiture.

7° Aéroplane caractérisé par la combinaison de moteurs conformes à celui décrit dans le paragraphe 1° ou dans l'un des suivants, ces moteurs ayant tous leurs cylindres horizontaux et étant disposés à l'intérieur d'ailes portantes minces.

JEAN-JOSEPH-MARIE BERTRAND
ET LOUIS-JOSEPH-HENRY SOLANET.

Par procuration :

Paul BERNARD.



